

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

DERWENT-ACC-NO: 2000-455541  
DERWENT-WEEK: 200040  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Optical scanning method in image forming apparatus involves converting scanning time into preset time based on which write-in start timing is adjusted in accordance with standard timing

PATENT-ASSIGNEE: FUJI XEROX CO LTD[XERF]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0340252 (November 30, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000162522 A	June 16, 2000	N/A	016	G02B 026/10

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000162522A	N/A	1998JP-0340252	November 30, 1998

INT-CL (IPC): G02B026/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000162522A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The scanning time T' which changes due to temperature variation, is detected by a detector (10) and converted to scanning time te' of predefined area. The frequency of video clock is changed, so that the scanning time te' is in accord with preceding time. The scanning time T' is converted to a predetermined time based on which the write-in start timing is adjusted in accord with the standard timing.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for optical scanner.

USE - For optical scanning in image forming apparatus.

ADVANTAGE - The variation of scanning lens characteristics due to change of environmental temperature, is suppressed, thus position gap can be reduced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic explanatory drawing of compensation circuit provided to the optical scanner.

Detector 10

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/26

DERWENT-CLASS: P81 S06 T04 W02

EPI-CODES: S06-A03B; T04-G04; W02-J01C;

**JP 2000162522 A**

**TITLE:** OPTICAL SCANNING METHOD AND DEVICE

**PUBN-DATE:** June 16, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
AIKAWA, SEISHI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
FUJI XEROX CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP10340252

**APPL-DATE:** November 30, 1998

**INT-CL (IPC):** G02B026/10

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To lessen positional deviation by suppressing the effect of the fluctuation of the f

**SOLUTION:** This device is provided with a correction circuit constituted so that one scanning time T actually detected by a scanning time detection part 10 is converted into the scanning time (te) of a prescribed area by a time conversion part 30, the frequency of a video clock is changed so that the scanning time (te) of the prescribed area coincides with a reference time, one scanning time T actually detected by the detection part 10 is converted into time (ts+

**COPYRIGHT:** (C)2000,JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を予め定めた一方向に沿って光を走査する光走査方法であって、走査開始点から走査終了点までの走査時間を検出し、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、前記走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基づいて、前記検出された走査時間を前記所定領域間の走査時間に交換し、該交換された所定領域の走査時間が前記所定領域間の基準走査時間と一致するように画像記録基準周期を調整し、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基づいて、前記検出された走査時間を基準タイミングからのずれ時間に交換し、該交換されたずれ時間に基づいて走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを調整することにより、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させる光走査方法。

【請求項2】 光源からの光の偏向角を徐々に変えることにより予め定めた一方向に沿って光を走査する光走査装置であって、走査開始点から走査終了点までの走査時間を検出する時間検出手段と、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、前記走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基づいて、前記時間検出手段により検出された走査時間を前記所定領域間の走査時間に交換する時間交換手段と、交換された所定領域の走査時間が、前記所定領域間の基準走査時間と一致するように、ビデオクロックの周波数を調整するクロック調整手段と、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基づいて、前記時間検出手段により検出された走査時間を基準タイミングからのずれ時間に交換するずれ時間交換手段と、交換されたずれ時間に基づいて走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを調整することにより、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させるタイミング調整手段と、を備えた光走査装置。

【請求項3】 前記クロック調整手段によるビデオクロックの周波数調整と、タイミング調整手段による書き込み開始タイミング調整とを、走査終了点から次の走査開始点までの間に行なう請求項2に記載の光走査装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光走査装置に係り、特に、光源からの光の偏向角を徐々に変えることにより予め定めた一方向に沿って光を走査する光走査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】画像形成装置には、光走査装置として、ROS (Raster Output Scanner) が組み込まれている。このROSは、大別して、レーザ光源と、等角速度で回転して入射したレーザ光を偏向するポリゴンミラーと、ポリゴンミラーの回転に伴って照射位置が変わるレーザ光の焦点位置が同一平面上となり、且つ、レーザ光が等速度で前記同一平面上を走査するように調節するf $\theta$ レンズとから構成されており、被照射領域に対しレーザ光を主走査するユニットである。

【0003】近年、画像形成装置のカラー化に対する要求の高まりと共に、その用途の広がりによって、高速化・高画質化・低コスト化への要求が高まっている。画像形成装置の低コスト化を実現するために、画像形成装置に組み込まれる光走査装置の低コスト化及び非球面レンズの使用による小型化を目的として、ROSに組み込まれるf $\theta$ レンズをプラスチックレンズとしたものが提案されている。

【0004】また、画像形成装置の高速化を実現するために、単色の色材画像を形成する複数の画像形成ユニットを各色ごとに並列して配置し、帯状の転写材（又は搬送ベルト上の記録紙）が各画像形成ユニットを通過する度に各画像形成ユニットにて形成した単色の色材画像を転写材（又は搬送ベルト上の記録紙）上の同じ領域に重ねて転写してカラー画像を形成するダンデム方式の画像形成装置が提案されている。

【0005】さらに、画像形成装置の高画質化を実現するために、ビデオクロックの周波数を調整することで画像の主走査方向の長さの倍率を補正して主走査方向の位置ずれを補正することが、例えば、特開平1-186327号公報、特許2505260号公報及び特公平8-16369号公報等に提案されている。

【0006】しかしながら、画像形成装置に組み込むROSのf $\theta$ レンズをプラスチックレンズで構成した場合、温度の変動によってf $\theta$ レンズの光学特性が大きく変動してしまうため、光走査装置の走査位置が変わり位置ずれが起きるという問題がある。

【0007】特に、ダンデム方式の画像形成装置においては、各色毎に画像形成ユニットが設けられているため、環境温度の差により画像形成ユニットに組み込まれたROSのf $\theta$ レンズの光学特性が大きく変動して、各画像形成ユニットごとに異なる倍率変動が生じてしまい、画質が大幅に低下するため問題である。

【0008】このようなf $\theta$ レンズの倍率変動は、f $\theta$ レンズが置かれている環境温度（レンズ自体の温度上昇

やLDの温度上昇による波長変動等)に対する感度が非常に高いため、リアルタイムで行う必要がある。例えば、特開平1-186327号公報においては、ROSの走査時間を検出し、ビデオクロックの周波数を変化させることで画像書き込み位置を変化させて倍率補正をリアルタイムで行うことが提案されている。また、特許2505260号公報では、画像書き込み中にベルト端部にレジ検出用マークを書き込み、ベルト端部に書き込んだレジ検出用マークを検出して位置ずれ補正をリアルタイムで行うことが提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際には、倍率変動が生じると同時に $f\theta$ 特性(若しくはリニアリティエラーとも呼ばれる。)も変動を生じるため、等倍性を補正するだけでは十分に位置ずれ補正が行えない。

【0010】ここで、温度変動による $f\theta$ レンズの $f\theta$ 特性(リニアリティエラー)の変動と、ビデオクロックの周波数を可変させて画像書き込み位置を変化させることによる倍率補正との関係について図23~図26を参

照しながら以下に説明する。  
【0011】図23は倍率補正を行わない条件で、ノミナル温度を基準温度としてノミナル温度(設計値20℃)、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における感光体上の主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果を示している。また、図24は、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における図23で示したノミナル温度(20℃)の書き込み位置に対する主走査方向のずれ量を調べた結果を示している。

【0012】ここでは、主走査方向の位置の変動は $f\theta$ レンズ自体の温度上昇に起因する $f\theta$ 特性の変動とレーザの発振波長の変動とに起因している。

【0013】図23に示すように、実際の走査位置は、ノミナル温度においても感光体上の理想位置(グラフ横軸の零の位置)からずれている。このずれは $f\theta$ 特性(リニアリティエラー)と呼ばれる特性に基づくものであり、通常、設計上の画像位置もこの $f\theta$ 特性によって理想位置からずれたものとなっている。

【0014】また、図23及び図24より、感光体上の理想位置(グラフ縦軸の零の位置)に対する実際の画像書き込み位置のずれ量は、ノミナル温度(設計値20℃)に対して、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)と温度が上昇するにつれて大きくなっているのがわ

かる。

【0015】上記のような画像書き込み位置のずれを補正するために、ビデオクロックの周波数を調整して画像書き込み位置を変化させることで画像書き込み位置の等倍性が保持されるように倍率補正を行った場合のノミナル温度(20℃)、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果を図25に示す。

【0016】また、図26に、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における上記図25で示したノミナル温度(20℃)の書き込み位置に対するずれ量を調べた結果を示す。

【0017】図25より、上記4つの温度条件下においては、倍率補正による画像の等倍性は保たれているが、合わせ込みを行っている両端部と中央部以外の位置ではグラフが一致しておらず、主走査方向に位置ずれが生じているのがわかる。また、図26より、ビデオクロックの周波数を調整して画像書き込み位置を変化させることで画像書き込み位置の等倍性が保持されるように倍率補正を行っても実際の画像書き込み位置のずれ量は、温度が上昇するにつれて大きくなっているのがわかる。

【0018】以上のことから、 $f\theta$ レンズ自体の温度上昇とレーザの発振波長の変動とに起因する $f\theta$ 特性の変動状態は、 $f\theta$ レンズが置かれる環境温度によって異なるため、 $f\theta$ レンズが置かれる環境温度によって主走査方向の位置ずれ量は変化し、この位置ずれは、環境温度の変化を考慮せずにビデオクロックの周波数を調整して画像書き込み位置を変化させることによる倍率補正だけでは十分に補正できないことがわかる。

【0019】以上のことから、本発明は、 $f\theta$ レンズの $f\theta$ 特性の変動の影響を抑えて主走査方向の位置ずれを小さくできる光走査方法及び光走査装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1の発明は、光源からの光を予め定めた一方向に沿って光を走査する光走査方法であって、走査開始点から走査終了点までの走査時間を検出し、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、前記走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基づいて、前記検出された走査時間を前記所定領域間の走査時間に変換し、該変換された所定領域の走査時間が前記所定領域間の基準走査時間と一致するように画像記録基準周期を調整し、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミ

ングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基いて、前記検出された走査時間を基準タイミングからのずれ時間に変換し、該変換されたずれ時間に基づいて走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを調整することにより、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させる。

【0021】走査開始点から走査終了点までの走査時間は走査時の環境温度の変化により変動するが、走査開始点から走査終了点までの走査時間と走査開始点から走査終了点間の所定領域の走査時間とは、一対一で対応する関係にある。そのため、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基いて、検出した走査時間を前記所定領域間の走査時間に変換する。

【0022】その後、得られた所定領域の走査時間と基準走査時間とが一致するように画素間の距離を定める基準となる周期である画像記録基準周期を調整する。所定領域の走査時間は、走査開始点から走査終了点までの領域よりも短い領域を走査した時間であるので、所定領域の主走査方向の位置ずれの積算量は、走査開始点から走査終了点までの領域における主走査方向の位置ずれの積算量よりも少なくなるといえる。

【0023】したがって、画像記録基準周期を調整する領域を前記所定領域に限定することにより、主走査方向の位置ずれの積算量が少なくなるので、補正すべき位置ずれ量が減り誤差が小さくなる。

【0024】なお、所定領域としては、好ましくは、走査開始点から走査終了点までの領域内における主走査方向の画素位置ずれ量の主走査方向全体に対する二乗和を最小にする2点間の領域としたり、走査開始点から走査終了点間の画像形成領域とするとよい。

【0025】また、走査時の環境温度の変化により変動する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、そのときの走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングのずれ時間とは、一対一で対応する関係にある。そのため、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基いて検出した走査時間を書き込み開始タイミングのずれ時間に変換する。

【0026】その後、得られた書き込み開始タイミングのずれ時間分、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングがずれるように画像記録基準周期を調整するなどの処理を行って、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させる。

【0027】これにより、走査光の位置ずれを高精度に補正して環境温度の変化による画像位置のずれを小さくし、より良好な画像が形成できる。

【0028】請求項2の発明は、上記請求項1の光走査

方法を実施するための装置であり、光源からの光の偏向角を徐々に変えることにより予め定めた一方向に沿って光を走査する光走査装置であって、走査開始点から走査終了点までの走査時間を検出する時間検出手段と、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基いて、前記時間検出手段により検出された走査時間を前記所定領域間の走査時間に変換する時間変換手段と、変換された所定領域の走査時間が、基準時間での前記所定領域間の走査時間と一致するように、ビデオクロックの周波数を調整するクロック調整手段と、走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基いて、前記時間検出手段により検出された走査時間を基準タイミングからのずれ時間に変換するずれ時間変換手段と、変換されたずれ時間に基づいて走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングをずらすことにより、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させるタイミング調整手段と、を備えている。

【0029】請求項2に記載の光走査装置において、時間変換手段は、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点から走査終了点間の予め定めた所定領域の走査時間との関係に基いて、時間検出手段が検出した走査開始点から走査終了点までの走査時間を前記所定領域間の走査時間に変換する。

【0030】クロック調整手段は、画素間の距離を定める基準となる周期である画像記録基準周期、すなわち、ビデオクロックの周波数を、得られた所定領域の走査時間が基準走査時間と一致するように調整する。上述したように、所定領域の走査時間は、走査開始点から走査終了点までの領域よりも短い領域を走査した時間であるので、所定領域の主走査方向の位置ずれの積算量は、走査開始点から走査終了点までの領域における主走査方向の位置ずれの積算量よりも少なくなる。

【0031】したがって、クロック調整手段が周波数を調整する領域を所定領域に限定することにより、主走査方向の位置ずれの積算量が少なくなるので、補正すべき位置ずれ量が減り誤差が小さくなる。

【0032】所定領域としては、好ましくは、走査開始点から走査終了点までの領域内における主走査方向の画素位置ずれ量の主走査方向全体に対する二乗和を最小にする2点間の領域としたり、走査開始点から走査終了点間の画像形成領域とするとよい。

【0033】また、走査時の環境温度の変化により変動する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、そのときの走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングのずれ時間とは、一対一で対応する関係にある。そのた

め、ずれ時間変換手段は、温度の変動に応じて変化する走査開始点から走査終了点までの走査時間と、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングの基準タイミングからのずれ時間との関係に基づいて時間検出手段が検出した走査時間を書き込み開始タイミングのずれ時間に変換する。

【0034】例えば、予め既知の複数の環境温度における走査開始点から走査終了点までの走査時間と、そのときの書き込み開始タイミングの時間との関係について調べ、得られた結果から得られる関係式をずれ時間変換手段の変換特性とするように構成するとよい。

【0035】タイミング調整手段は、得られた書き込み開始タイミングのずれ時間分、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングがずれるようにビデオクロックのカウント数を変更するなどの処理を行って、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングに一致させる。

【0036】これにより、走査光の位置ずれを高精度に補正して環境温度の変化による画像位置のずれを小さくし、より良好な画像が形成できる光走査装置が得られる。また、走査光の位置ずれ補正を電気的に行なえるので、機械的に補正する場合に比較してコストを低くでき、高速化にも対応できる、という利点がある。

【0037】また、請求項3の発明は、前記請求項2に記載の光走査装置において、前記クロック調整手段によるビデオクロックの周波数調整と、タイミング調整手段による書き込み開始タイミング調整は、走査終了点から次の走査開始点までの間に行なうものとしている。

【0038】すなわち、走査終了点から次の行の走査開始点までの間にビデオクロックの周波数調整と、書き込み開始タイミング調整とを行なうことにより、例えば、プラスチック製のf $\theta$ レンズを使用した場合のように、環境温度の微小な変化であっても走査光の位置が大きく変動する場合であっても、リアルタイムに走査光の補正を行なうことができるので、より精度の高い主走査方向の位置ずれ補正を行なうことができ、従って、高精度の画像を形成できる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の光走査装置の実施の形態の一例を詳細に説明する。

【0040】図2に、本実施の形態にかかる光走査装置を示す。この光走査装置は、半導体レーザより構成されたレーザ光源50と、レーザ光源50から照射された光を平行光束とするコリメータレンズ52と、等角速度で回転することによりコリメータレンズ52を介して入射したレーザ光を偏向するポリゴンミラー54を備えた光偏向器56と、ポリゴンミラー54の回転に伴って照射位置が変わるレーザ光の焦点位置が被照射領域上となり、且つ、レーザ光が等速度で前記被照射領域上を走査するように調節するf $\theta$ レンズ58とを備えている。

【0041】レーザ光源50からのレーザ光は、コリメータレンズ52を介してポリゴンミラー54に入射し、ポリゴンミラー54の等角速度回転に伴って偏向角が変えられる。ポリゴンミラー54に反射されたレーザ光は、f $\theta$ レンズ58に入射し、焦点位置が調整されて、図2に示す矢印64の方向に主走査される。

【0042】光走査装置の主走査開始位置P1には受光素子からなるスタートオブスキャンセンサ（以下、SOSセンサと称す。）60が設けられていると共に、主走査終了位置P2には受光素子からなるエンドオブスキャンセンサ（以下、EOSセンサと称す。）62が設けられている。これら2つのセンサ60、62によって光が検出されたときの時間差から走査装置の1走査時間を検出するように構成されている。なお、走査開始点から走査終了点までの1走査領域（P1からP2の間）よりも内側の領域に画像形成領域Zが設けられている。

【0043】このような構成の光走査装置において、本実施の形態では、f $\theta$ レンズ自体の温度上昇とレーザの発振波長の変動とに起因するf $\theta$ 特性（リニアリティエラー）の変動を補正するためのビデオクロックの周波数と書き込み開始タイミングとを補正する補正回路を備えている。

【0044】この補正回路は、図1に示すように、走査時間検出部（時間検出手段）10、ビデオクロック補正部12（時間変換手段、クロック調整手段）、タイミング補正部14（ずれ時間変換手段、タイミング調整手段）、論理積回路16、APC（Auto Power Control；自動光量調整）タイミング回路20、SOS/EOSセンサ用点灯タイミング回路22及び論理和回路18とから構成されている。

【0045】走査時間検出部10には、SOSセンサ60の検知信号（図9（1））とEOSセンサ62の検知信号（図9（2））とが入力されており、SOSセンサ60の検知信号の立下りからEOSセンサ62の検知信号の立下りまでの時間を計数することによってSOSセンサからEOSセンサ間の走査時間Tを検出する。

【0046】例えば、SOSセンサ60の検知信号の立下りをスタート信号、EOSセンサ60の検知信号の立下りをストップ信号とし、SOSセンサ60の検知信号の立下り時からクロックをカウントし始め、EOSセンサ60の検知信号の立下り時にクロックのカウントを終了することによって、SOSセンサからEOSセンサ間の走査時間T（1走査時間）を得ることができる。

【0047】走査時間検出部10において得られた1走査時間Tは、ビデオクロック補正部12とタイミング補正部14とのそれぞれに入力される。

【0048】ビデオクロック補正部12は、時間変換部30、減算器34、所定の増幅率Gain1で増幅する第1増幅器35、第1加算回路36、電圧制御発振回路（以下、VCOと称す。）38、ノミナル温度における



1 走査時間  $t_n$  を保持する時間保持部32及びノミナル温度におけるビデオクロックの周波数設定電圧をVCOに出力するノミナル電圧出力部33から構成されている。

【0049】時間変換部30は、変換関数  $f_1$  を用いて走査時間検出部10により検出された1走査時間  $T$  を所定領域の走査時間  $t_e$  に変換する。

【0050】ここで、所定領域とは、SOSセンサからEOSセンサ間の走査領域よりも短い領域であり、好ましくは、画像の主走査方向全体で主走査方向画像位置ずれの絶対値が小さくなるように選択した領域とするとよい。

【0051】この所定領域は、例えば、以下のように選択することができる。上記図26の主走査方向の位置ずれ量を各環境温度（ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃））ごとに求めたグラフから、図3に示すように、画像形成領域Z（図2参照）内でのずれ量のみを抽出し、各環境温度毎の主走査方向位置ずれ曲線について、最小二乗法により近似直線を求める。

【0052】本実施の形態では、環境温度がノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）の場合は  $y=0.0003x-0.0013$  で表される近似直線  $L_1$  が算出され、環境温度がノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）の場合は  $y=0.0005x-0.0021$  で表される近似直線  $L_2$  が算出され、環境温度がノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）の場合は  $y=0.0008x-0.0034$  で表される近似直線  $L_3$  が夫々算出された。

【0053】各環境温度において求めた近似直線  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  と、各直線の元の曲線との交点近傍位置  $X_1$ 、 $X_2$ （図3では、+90mm近傍と-90mm近傍）に挟まれた領域を所定領域として選択する。

【0054】また、第1の変換関数  $f_1$  は、予めSOSセンサからEOSセンサ間の走査時間（1走査時間） $T$  と上記の方法で決定した所定領域の走査時間（交点近傍位置  $X_1$  から交点近傍位置  $X_2$  までの領域）とを、ノミナル温度、ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）のそれぞれの環境温度において測定し、図4に示すように、横軸を1走査時間  $T$ （ $\mu\text{sec}$ ）、縦軸を所定領域の走査時間  $t_e$ （ $\mu\text{sec}$ ）としてグラフ化して得られる関数である。

【0055】図4より、環境温度によって変動する1走査時間  $T$ （ $\mu\text{sec}$ ）と環境温度によって変動する所定領域の走査時間  $t_e$ （ $\mu\text{sec}$ ）との関係は、本実施の形態では  $y=0.5957x+79.191$  という線形グラフとなることがわかる。

【0056】すなわち、予め複数の環境温度で1走査時間（ $\mu\text{sec}$ ）と所定領域の走査時間（ $\mu\text{sec}$ ）との関係を調べ、結果から得られる線形グラフを変換関数  $f_1$  として用いるようにすれば、環境温度を検出しなくても1走査時間  $T$  の検出によりその走査における所定領域の走査時間  $t_e$  を検出できる。

【0057】減算器34は、時間保持部32に保持されているノミナル走査時間  $t_n$ （20℃の環境温度での所定領域の走査時間）と所定領域の走査時間  $t_e$  との時間差  $t_n - t_e$  を算出し、第1増幅器35に出力する。

【0058】第1増幅器35は、算出された時間差  $t_n - t_e$  をVCO38の制御電圧  $y$  に変換して第1加算回路36に出力する。第1加算回路36は、ノミナル電圧出力部33に設定されているノミナル温度のビデオクロックの周波数設定電圧  $x$ （20℃の環境温度での周波数設定電圧）と、第1増幅器35から入力された時間差  $t_n - t_e$  分のビデオクロックの制御電圧  $y$  とを加算してVCO38に出力する。

【0059】VCO38は、図5に示す入出力特性に基づいて入力電圧を周波数変換する回路であり、第1加算回路36から入力されたノミナルからの補正分  $y$  を加算したビデオクロックの周波数設定電圧にに応じた周波数  $f_v$  のビデオクロックを出力する。

【0060】なお、ビデオクロックの周波数を変えることは、図3に示した最小二乗法により得られる近似直線の傾きを変えることに相当する。従って、元の曲線と近似直線との交点近傍をビデオクロックの周波数の合わせ込み基準とし、ビデオクロックの周波数を上記交点近傍で一致するように調整することは、変化させる近似直線の傾き量を主走査方向の画像位置ずれ量の二乗和を最小にするように選ぶことと同義である。

【0061】ここで、ビデオクロック補正部12において補正したビデオクロックに基いてレーザ走査した場合のノミナル温度、ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）のそれぞれの環境温度における主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果を図6に示す。

【0062】また、図7に、ノミナル温度での書き込み位置に対するずれ量を、ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）のそれぞれの環境温度において調べた結果を示す。

【0063】図6と図7の結果より、ビデオクロックの周波数の倍率補正を行わないときに比べて、上記4つの環境温度における主走査方向の位置ずれを示す曲線の相対的な位置ずれ量が小さくなっていることがわかる。これは、上述した図23に示すビデオクロックの周波数の倍率補正を行わないときの上記4つの環境温度における

主走査方向の位置ずれを示す曲線と、図24に示す上記4つの環境温度におけるノミナル温度での書き込み位置に対するずれ量を示す曲線との比較から明確である。

【0064】しかし、図6及び図7により、ビデオクロック補正部12においてビデオクロックの周波数を補正して倍率補正を行うだけでは位置ずれは完全には解消されていない。これは、SOSセンサ位置からEOSセンサ位置までの領域よりも短い領域である所定領域の走査時間に一致するように時間を合わせているため、主走査方向の書き込み開始位置がずれたままとなっているためである。

【0065】すなわち、図6に示す上記4つの環境温度における主走査方向の位置ずれを示す曲線の形状はほぼ同じ形状となっており、したがって、これら4つの曲線の主走査方向の書き込み開始位置を合わせれば、これら4つの曲線はほぼ重なるので、相対的な位置ずれ量が小さくなる。

【0066】なお、図25及び図26に示すように、従来の温度環境の変動を考慮せずにSOSセンサ位置からEOSセンサ位置までの間でビデオクロックの周波数を倍率補正した場合は、SOSセンサ位置とEOSセンサ位置とを合わせ込み基準としているため、図25の上記4つの環境温度における主走査方向の位置ずれを示す4つの曲線は、SOSセンサ位置とEOSセンサ位置及び中心位置の3点のみで重なっている。このことから、図25の上記4つの曲線をどのようにずらしても重なることはない。

【0067】本実施の形態では、図6に示す上記4つの環境温度に置ける4つの曲線の主走査方向の書き込み開始位置を合わせるために、走査時間検出部10において得られたSOSセンサからEOSセンサ間の走査時間Tを、タイミング補正部14にも入力して、走査開始点を基準とした書き込み開始タイミングを基準タイミングと一致するように補正している。

【0068】このタイミング補正部14は、図1に示すように、ずれ時間変換部(ずれ時間変換手段)40、所定の増幅率Gain2で増幅する第2増幅器44、レジスタ46、オシレータ45、カウンタ47及びJ-Kフリップフロップ48とから構成されている。

【0069】ずれ時間変換部40は、1走査時間Tを、その走査におけるSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ に変換する。具体的には、1走査時間Tと、基準タイミング $t_s$ と基準タイミング $t_s$ からのずれ時間 $\Delta t_s$ との和 $t_s + \Delta t_s$ (すなわち、その走査におけるSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間)との関係を示す第2の変換関数 $f_2$ に基づいて、走査時間検出部10において得られた1走査時間Tを、SOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ に変換し、第2増幅器44に入

力する。

【0070】なお、第2の変換関数 $f_2$ は、予めSOSセンサからEOSセンサ間の走査時間(1走査時間)Tと、SOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ とを、ノミナル温度、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)及びノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度において測定し、図4に示すように、横軸を1走査時間T( $\mu\text{sec}$ )、縦軸をSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ ( $\mu\text{sec}$ )としてグラフ化して得られる関数である。

【0071】図8より、1走査時間T( $\mu\text{sec}$ )と縦軸をSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ ( $\mu\text{sec}$ )との関係は、本実施の形態では、 $y = 0.1074x + 56.091$ という線形グラフとなることがわかる。

【0072】すなわち、予め複数の環境温度で1走査時間( $\mu\text{sec}$ )とSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ ( $\mu\text{sec}$ )との関係を調べ、結果から得られる線形グラフを変換関数 $f_2$ として用いるようにすれば、環境温度を検出しなくても1走査時間Tの検出によりその走査におけるSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ ( $\mu\text{sec}$ )を検出できる。

【0073】第2増幅器44は、入力されたSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ を増幅してレジスタ46に出力する。レジスタ46は、増幅されたSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間 $t_s + \Delta t_s$ に基いた値をカウント値として設定する。

【0074】カウンタ47は、SOSセンサ60から入力される信号の立ちあがりによってカウント値をリセットしてオシレータ45の出力のカウントを開始し、レジスタ46によって設定されたカウント値になるとハイレベルの信号 $c_o$ を出力する(図9(3))。

【0075】J-Kフリップフロップ回路48は、J端子にカウンタ47からハイレベルの信号が出力されるとQ端子からハイレベル信号を出力し、EOSセンサ62から検知信号がK端子に入力されるとハイレベル信号の出力を停止する。これにより、図9(4)に示すように、Q端子から書き込み開始タイミングを基準タイミングから $\Delta t_s$ 時間ずらした水平同期信号が出力される。

【0076】論理積回路16は、J-Kフリップフロップ回路48により出力された水平同期信号がハイレベルの間、VCO38からの周波数 $f_v$ のビデオクロックを出力する(図9(5))。

【0077】論理和回路18には、論理積回路16と、

APCタイミング回路20と、SOS/EOSセンサ用点灯タイミング回路22とが接続されている。

【0078】APCタイミング回路20は、レーザ光の光強度を一定に保つためにEOSセンサ62から検知信号が出力されてからSOSセンサ60から検知信号が出力されるまでの間でレーザを点灯させる信号を出力する。

【0079】また、SOS/EOSセンサ用点灯タイミング回路22は、SOSセンサとEOSセンサとから検知信号を得るために、レーザ光がSOSセンサ上とEOSセンサ上とを通過するタイミングでレーザ光源を点灯するタイミング信号(図9(7))を出力する。

【0080】したがって、論理和回路18では、論理積回路16からのビデオクロックvideoと、APCタイミング回路20からのAPC用のレーザ点灯タイミング信号(図9(6))と、SOS/EOSセンサ用点灯タイミング回路22からのSOS/EOSセンサ用のレーザ点灯タイミング信号(図9(7))とを最終的なレーザ点灯信号(図9(8))として出力する。

【0081】ここで、最終的に得られたレーザ点灯信号に基づいてレーザ走査した場合の主走査方向の書き込み位置ずれ量について、ノミナル温度、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)及びノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度で調べた結果を図10に示す。

【0082】また、図11に、上記図10で示したノミナル温度での書き込み位置に対するずれ量を、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)及びノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度において調べた結果を示す。

【0083】図10及び図11により、本実施の形態によれば、画像位置ずれ量がかなり小さくなっており、また、図11からもわかるように、温度の上昇による走査位置ずれ量もかなり小さくすることができる。

【0084】なお、上記の補正動作をEOSセンサ出力からSOSセンサ出力の間に行うように設定して1走査ごとに書き込み開始タイミングとビデオクロックの周波数とを調整する構成とすることで、 $f\theta$ レンズの温度変化による特性変化の影響をかなり抑えて位置ずれを小さくできる。

【0085】なお、以上では、環境温度によって、レンズの温度上昇とLD温度上昇による波長変動が生ずる場合について説明したが、LD温度上昇による波長変動を考慮せずレンズの温度上昇のみの場合を考慮した場合においても上記の書き込み開始タイミングとビデオクロックの周波数とを調整する補正処理は有効である。このことは、レンズの温度上昇のみの場合について調べた以下の図12～図22までのグラフから明らかである。

【0086】すなわち、図12～図15は、レンズの温度上昇のみが起こった場合の主走査方向の位置ずれ量を示しており、図12は、各温度ごとに倍率補正を行わない条件で、ノミナル温度(20℃)、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果を示している。また、図13は、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における図12で示したノミナル温度(20℃)の書き込み位置に対する主走査方向のずれ量を調べた結果を示している。

【0087】また、図12及び図13より、上述の図24と図25と同様に、感光体上の理想位置(グラフ縦軸の零の位置)に対する実際の書き込み位置のずれ量は、ノミナル温度(設計値20℃)に対して、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)と温度が上昇するにつれて大きくなっている。

【0088】図14は、ビデオクロックの周波数を調整して画像書き込み位置を変化させ、倍率補正を行った場合のノミナル温度(20℃)、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度における主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果を示している。

【0089】さらに、図15は、図14において、ノミナル温度よりも+10℃高い温度(30℃)、ノミナル温度よりも+20℃高い温度(40℃)、ノミナル温度よりも+35℃高い温度(55℃)のそれぞれの環境温度におけるノミナル温度(20℃)での書き込み位置に対するずれ量を調べた結果を示している。

【0090】図14より、上記4つの温度条件下において倍率補正により画像の等倍性は保たれているが、合わせ込みを行っている両端部と中央部以外の位置ではグラフが一致しておらず、主走査方向に位置ずれが生じている。また、図15より、ビデオクロックの周波数を可変させて画像書き込み位置を変化させることによって倍率補正を行っても実際の書き込み位置のずれ量は、温度が上昇するにつれて大きくなっているのがわかる。

【0091】以上のことから、レンズの温度上昇のみが起こった場合も上述のレンズの温度上昇のみが起こった場合とLD温度上昇による波長変動とが起こった場合と同様に $f\theta$ レンズの特性が変化し、この $f\theta$ 特性の変化はビデオクロックの周波数を可変させて画像書き込み位置を変化させることによる倍率補正だけでは十分に位置ずれを補正することができない。

【0092】図16は、上記図15の主走査方向の位置ずれ量を各環境温度（ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃））ごとに求めたグラフから、画像形成領域Z（図2参照）内でのずれ量のみを抽出し、各環境温度毎の主走査方向位置ずれ曲線について、最小二乗法により近似直線を求め、グラフ化した図である。

【0093】図16より、レンズの温度がノミナル温度からノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）の場合は $y=0.0003x-0.0013$ で表される近似直線が算出され、レンズの温度がノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）の場合は $y=0.0005x-0.0022$ で表される近似直線が算出され、レンズの温度がノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）の場合は $y=0.0008x-0.0035$ で表される近似直線が夫々算出された。これらの式は、レンズの温度上昇とLD温度上昇による波長変動とを含む場合に同様に算出した式とほぼ同じ式である。

【0094】従って、これらの式から選択される所定領域もレンズの温度上昇とLD温度上昇による波長変動とを含む場合とほぼ同様の領域となる。すなわち、各環境温度において求めた近似直線と、元の曲線との交点の主走査位置のうち、最も離れた2点X3、X4（図16では、+90mm近傍と-90mm近傍）に挟まれた領域が所定領域となる。

【0095】また、レンズの温度上昇のみが起こった場合の第1の変換関数f3は、図17に示す様になる。すなわち、レンズの温度上昇によって変動するSOSセンサからEOSセンサ間の走査時間T（μsec）と環境温度によって変動する所定領域の走査時間te（μsec）との関係は、本実施の形態では $y=0.5962x+78.946$ という線形グラフとなる。

【0096】ビデオクロック補正部12は、選択した2点X3、X4間の領域を所定領域とし、図17に示す第1の変換関数f3を用いて、走査時間検出部10により検出された1走査時間Tを所定領域の走査時間teに変換した後、上述と同様の処理によりビデオクロックの周波数を補正する。

【0097】図18は、ビデオクロック補正部12において補正したビデオクロックに基いてレーザ走査した場合のノミナル温度、ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）のそれぞれの環境温度における主走査方向の書き込み位置ずれ量を調べた結果である。また、図17は、ノミナル温度での書き込み位置に対するずれ量を、ノミナル温度よりも+10℃高い温度（30℃）、ノミナル温度よりも+20℃高い温度（40℃）及びノミナル温度よりも+35℃高い温度（55℃）のそれぞれの

環境温度において調べた結果である。

【0098】図18及び図19により、上記図6及び図7と同様に、SOSセンサ位置からEOSセンサ位置までの領域よりも短い領域である所定領域の走査時間に一致するように時間を合わせているため、主走査方向の書き込み開始位置がずれたままとなっている。

【0099】図20は、第2の変換関数f4を示している。図20より、1走査時間と、基準タイミングtsと基準タイミングtsからのずれ時間Δtsとの和ts+Δts（すなわち、その走査におけるSOSセンサ60の検知信号の立ち下がりから書き込み開始までの時間）との関係は、本実施の形態では、 $y=0.1071x+55.93$ という線形グラフとなり、この式は、上述のレンズの温度上昇とLD温度上昇による波長変動とを含む場合において同様に算出した図8に示す式とほぼ同じ式である。

【0100】従って、図21に示す最終的に得られたレーザ点灯信号に基いてレーザ走査した場合の主走査方向の各温度ごとの書き込み位置ずれ量と、図22に示すノミナル温度に対する他の温度の主走査方向のずれ量も図10及び図11に示すものとほぼ同様になる。これにより、本実施の形態に示した方法で位置ずれ補正を行うことにより、レンズ自体の温度上昇のみが起こった場合についても、主走査方向の書き込み位置ずれをかなり小さくでき、また、レンズ温度の上昇による主走査方向の書き込み位置ずれ量もかなり小さくできることがわかる。

【0101】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、環境温度の変化によって変動するfθレンズのfθ特性の変動の影響を抑えて位置ずれを小さくできる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の光走査装置に設けられる補正回路の概略説明図である。

【図2】 本発明の実施の形態の光走査装置の概略構成図である。

【図3】 画像形成領域内でのノミナル温度での位置に対する各温度の主走査方向の位置ずれを表す曲線と、各曲線ごとの近似直線とを示す線図である。

【図4】 第1の変換関数f1を示す線図である。

【図5】 VCOの出力特性を示す線図である。

【図6】 ビデオクロックの周波数を本実施の形態の方法で補正した後の各温度の主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図7】 図6においてノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図8】 第2の変換関数f2を示す線図である。

【図9】 本実施の形態のタイムチャートである。

【図10】 本実施の形態で得られるLD点灯信号に基いて走査した場合の各温度の主走査方向の位置ずれを表

す線図である。

【図11】 図10におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図12】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合の各温度の主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図13】 図12におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図14】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合のビデオクロックの周波数を本実施の形態の方法で補正した後の各温度の主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図15】 図14におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図16】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合の画像形成領域内でのノミナル温度での位置に対する各温度の主走査方向の位置ずれを表す曲線と、各曲線ごとの近似直線とを示す線図である。

【図17】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合の第1の変換関数  $f_3$  を示す線図である。

【図18】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合のビデオクロックの周波数を本実施の形態の方法で補正した後の各温度の主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図19】 図18におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図20】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合の第2の変換関数  $f_4$  を示す線図である。

【図21】 レンズの温度上昇のみを考慮した場合の本実施の形態で得られるLD点灯信号に基いて走査した場合の各温度の主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図22】 図21におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

【図23】 従来の光走査装置において、 $f\theta$ 特性の変動に基いて生じる主走査方向の位置ずれを各温度ごとに

表す線図である。

【図24】 図23におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

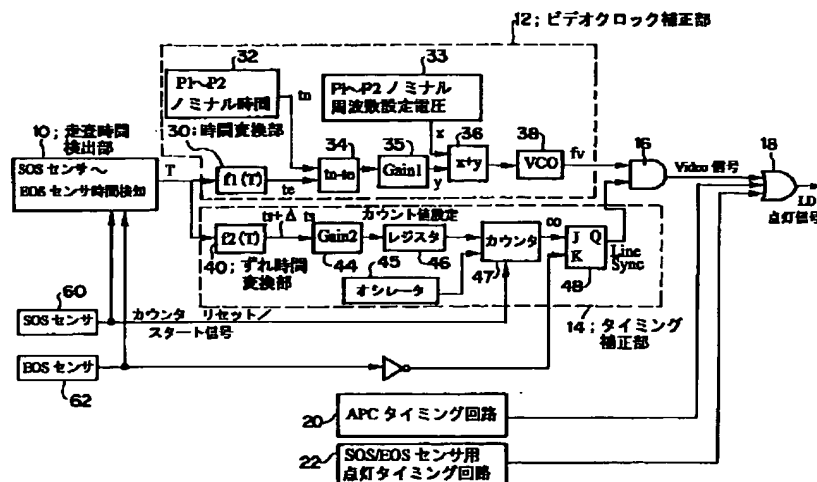
【図25】 従来の光走査装置において、倍率補正により  $f\theta$  特性の変動に基いて生じる位置ずれ量を補正した場合の各温度ごとの主走査方向の位置ずれを表す線図である。

【図26】 図25におけるノミナル値に対する他の温度での主走査方向のずれを抽出した線図である。

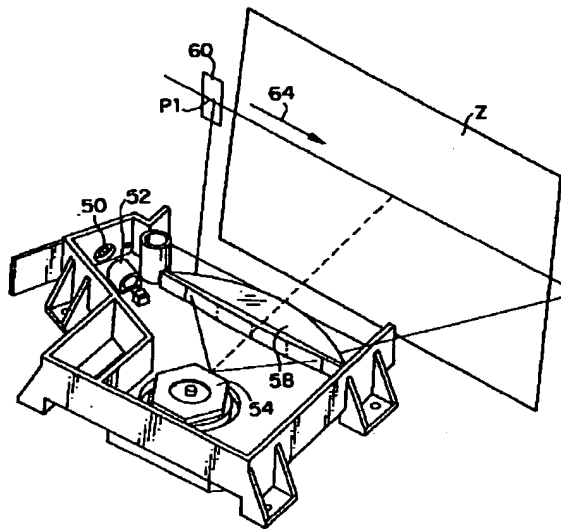
【符号の説明】

10	走査時間検出部
12	ビデオクロック補正部
14	タイミング補正部
16	論理積回路
18	論理和回路
20	APCタイミング回路
22	SOS/EOSセンサ用点灯タイミング回路
30	時間変換部
32	時間保持部
33	ノミナル電圧出力部
34	減算器
35	第1増幅器
36	第1加算回路
38	電圧制御発振回路(VCO)
40	ずれ時間変換部
44	第2増幅器
45	オシレータ
46	レジスタ
47	カウンタ
48	J-Kフリップフロップ回路
60	SOSセンサ
62	EOSセンサ

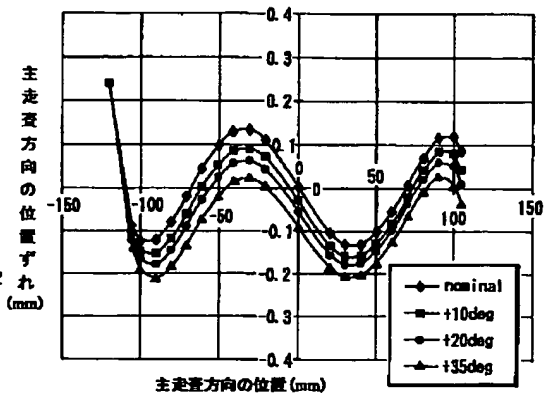
【図1】



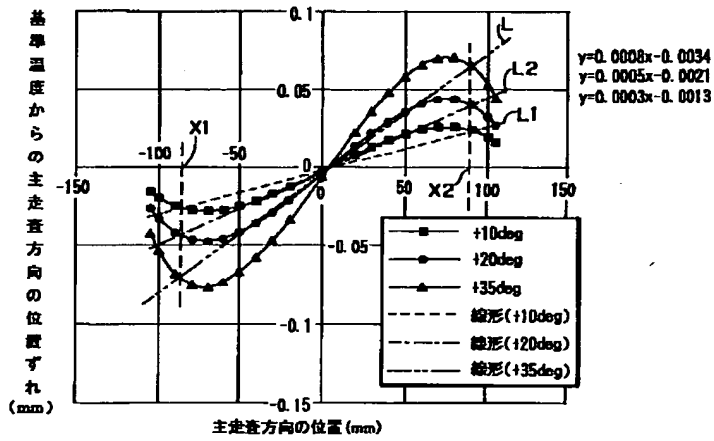
【図2】



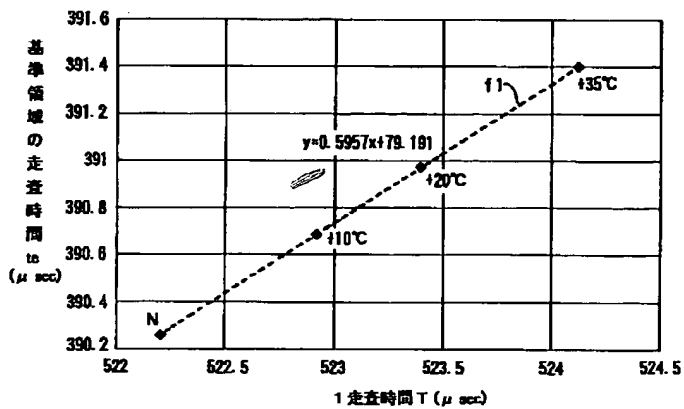
【図6】



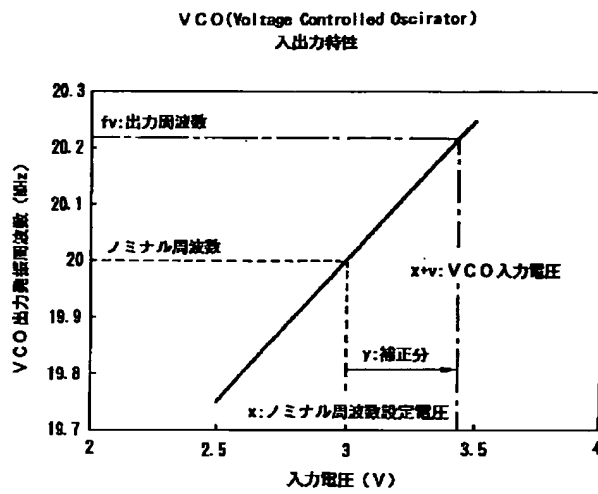
【図3】



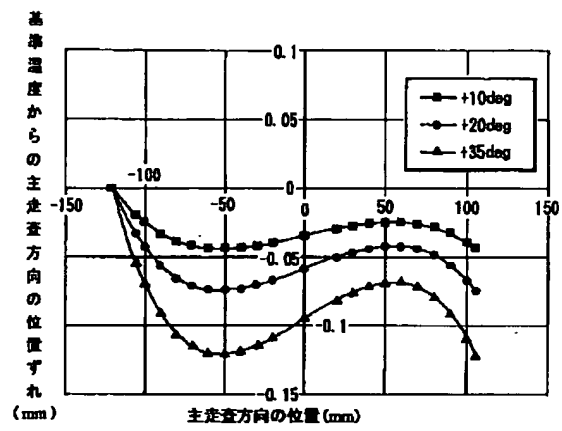
【図4】



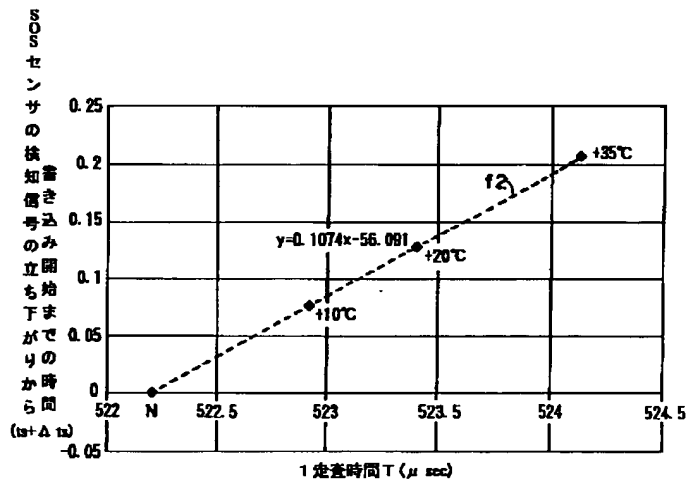
【図5】



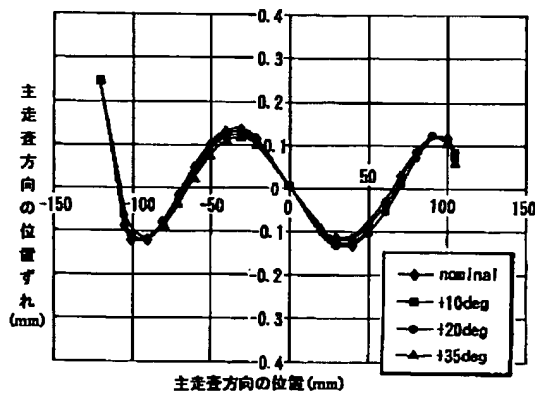
【図7】



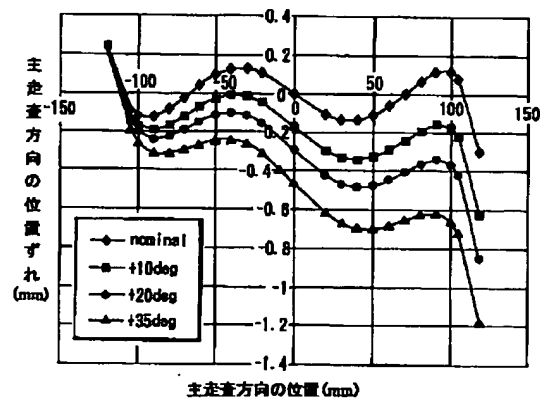
【図8】



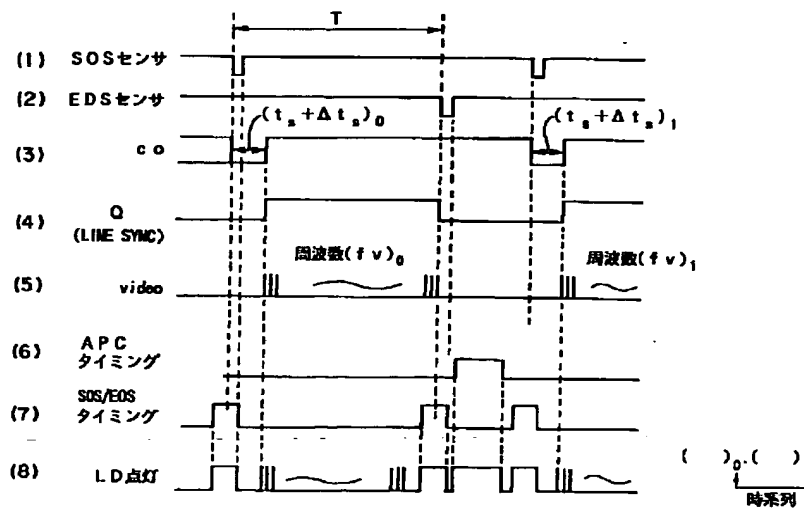
【図10】



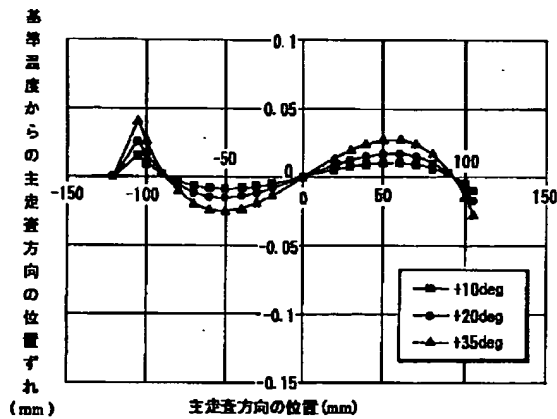
【図12】



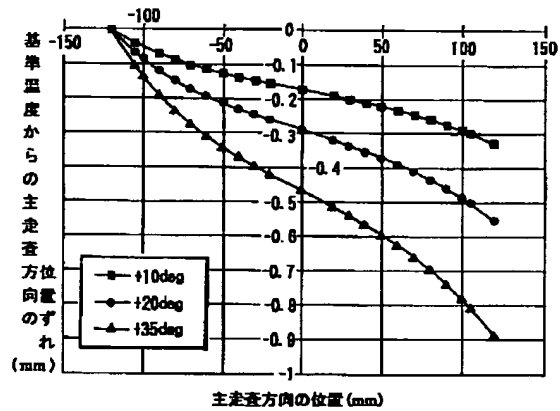
【図9】



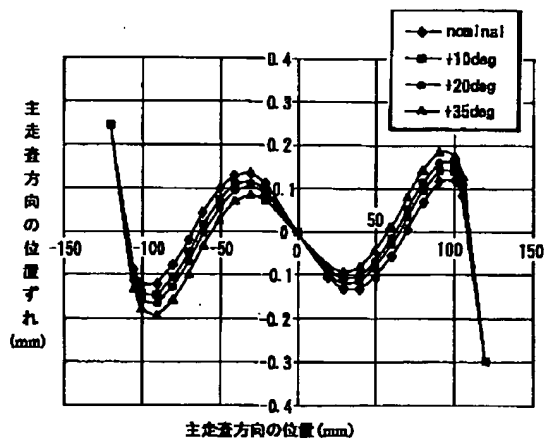
【図11】



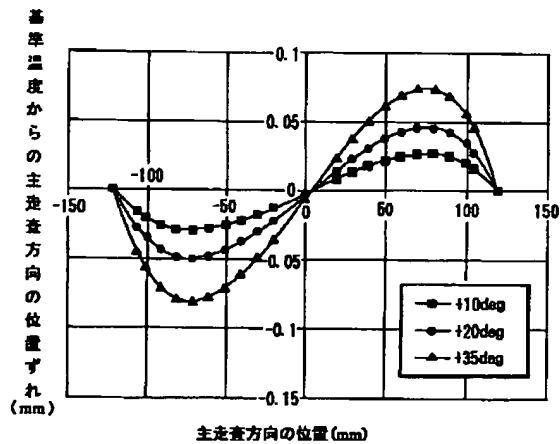
【図13】



【図14】

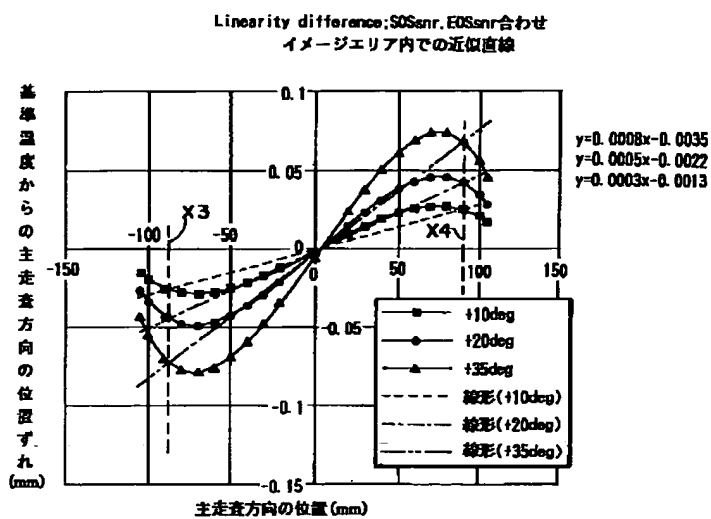


【図15】

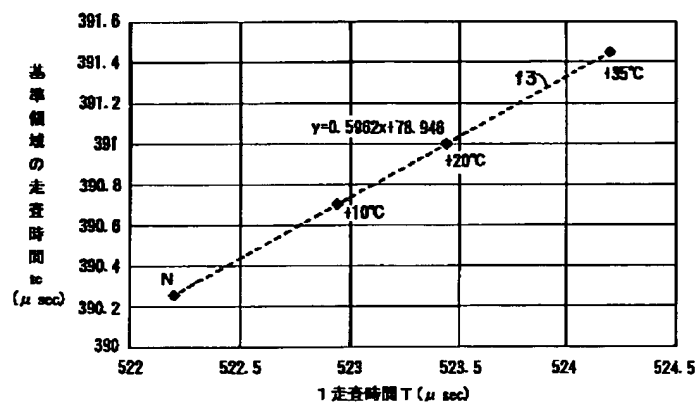




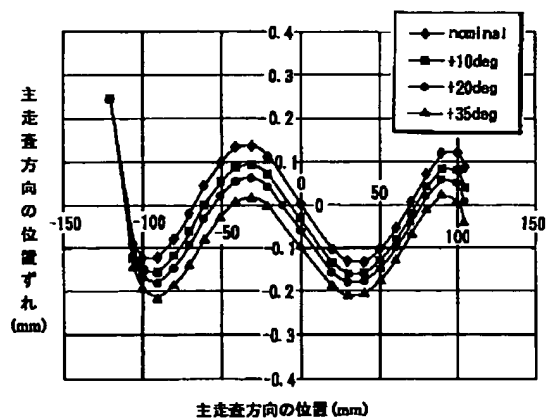
【図16】



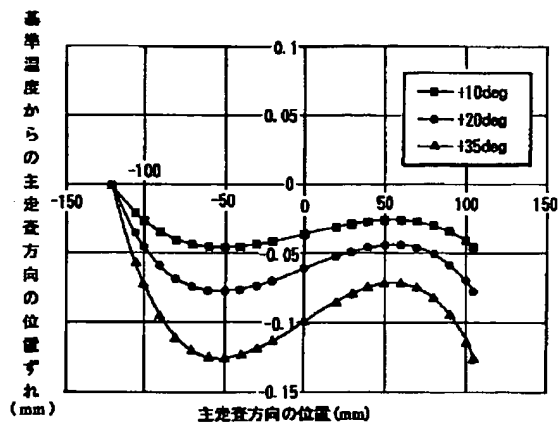
【図17】



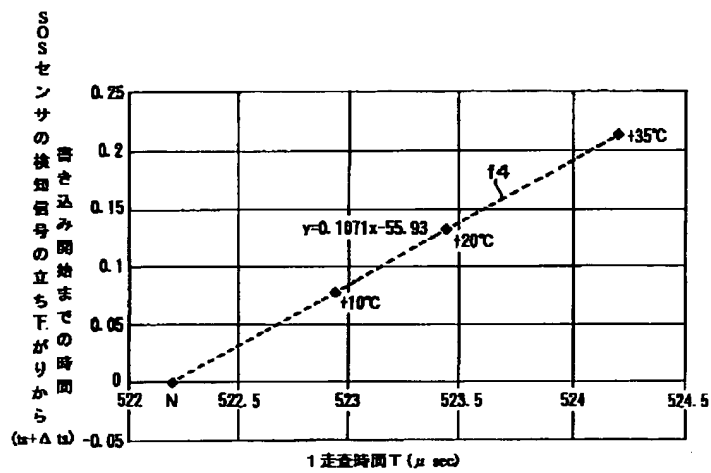
【図18】



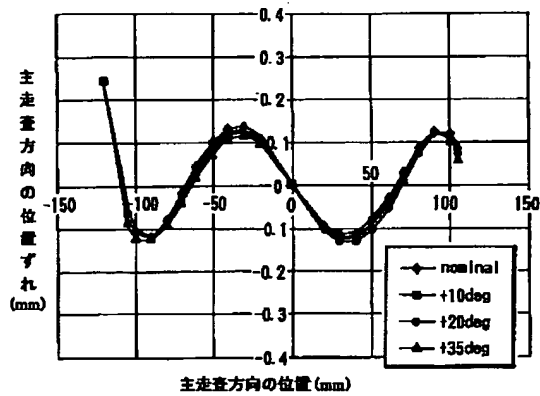
【図19】



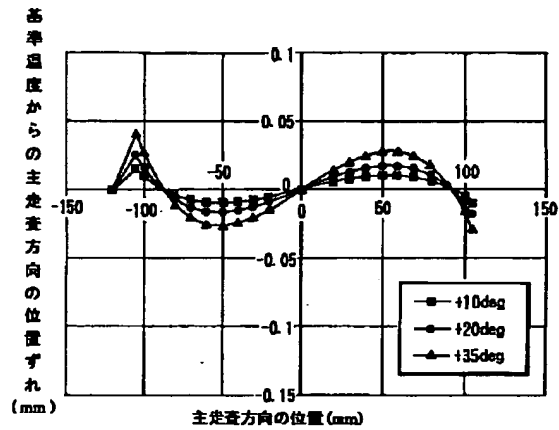
【図20】



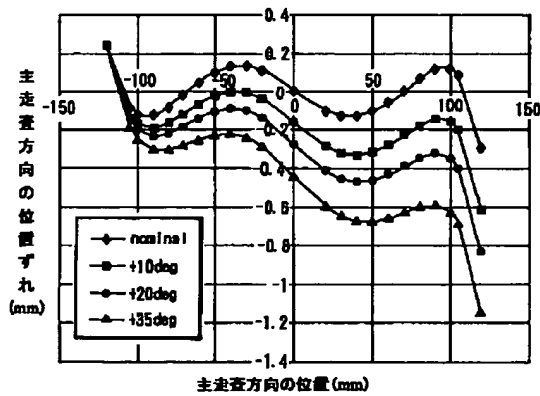
【図21】



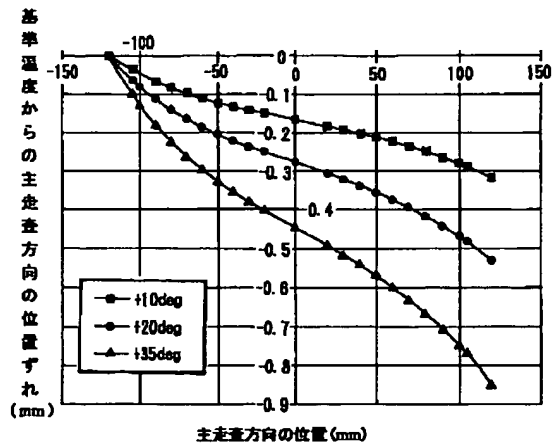
【図22】



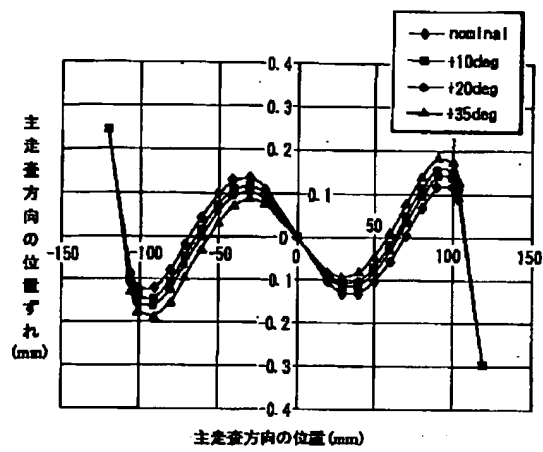
【図23】



【図24】



【図25】



【図26】

